CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS, NÍVEIS DE POLUENTES E INTERNAÇÕES POR DOENÇAS RESPIRATÓRIAS EM RIO GRANDE, RS, DURANTE O ANO DE 2002

Michelle NÓBREGA [1]
Miriam BAUMBACH [2]
Nisia KRUSCHE[3]

RESUMO

Pretende-se identificar os sistemas de tempo atuantes nos dias de máximas concentrações de Particulado Total em Suspensão (PTS) e ozônio (O_3), em Rio Grande, correlacionando nível de poluentes e número de internações por doenças respiratórias durante o ano de 2002. Os dados dos poluentes atmosféricos foram obtidos através das estações de monitoramento da qualidade do ar da Fundação Estadual de Proteção Ambiental, fixas para PTS e na estação móvel para O_3, e são referentes às máximas concentrações de poluentes registradas em cada estação de monitoramento da qualidade do ar durante o ano de 2002. As variáveis meteorológicas foram selecionadas a partir de dados de reanálise disponibilizados pelo Centro Nacional de Prognóstico Ambiental e Centro de Pesquisa Atmosférica dos Estados Unidos, para o dia anterior aos episódios de máxima concentração de poluentes e para o mesmo. As informações referentes às internações por doenças respiratórias foram obtidas junto ao Sistema Único de Saúde dos hospitais locais. A associação entre níveis de poluentes, internações por doenças respiratórias e condições meteorológicas revelam o aumento do número de internações durante os cinco dias posteriores à ocorrência de altas concentrações, onde as condições meteorológicas caracterizam que os eventos de poluição do ar estão associados ao estabelecimento de sistemas de baixa pressão, temperaturas altas, ausência de precipitação e ventos fracos.

INTRODUÇÃO

Pretende-se identificar os sistemas de tempo atuantes durante períodos de elevada concentração de poluentes no ano de 2002 e comparar com o número de internações por doenças respiratórias na região de Rio Grande. A motivação para esta pesquisa foi o diagnóstico qualitativo, realizado por Nóbrega e Krusche (2005), das conseqüências sobre a saúde da população geradas pela poluição do ar para a região estuarina da Lagoa dos Patos, RS, principalmente no município de Rio Grande, durante o período de 2000 a 2002. As autoras constataram a necessidade de uma avaliação mais ampla relativa a variação das condições meteorológicas durante os eventos de elevada concentração de poluentes.

A poluição do ar associada às internações por doenças respiratórias foi estudada por vários autores (SCHWARTZ, 1993; SALDIVA et al., 1994 e 1995) que associam o incremento de mortes totais em idosos e crianças e de internações e mortes por doenças cardiovasculares e respiratórias ao material particulado em suspensão. Os poluentes que causam inflamação são muitos, os mais comuns são óxido de nitrogênio, dióxido de enxofre (SO_2), hidrocarbonetos, aldeídos, material particulado e oxidantes fotoquímicos (por exemplo, ozônio, O_3). Indivíduos com reações inflamatórias, submetidos a episódios de poluição, acabam sendo alvos de infeções, como faringites, rinites e bronquites que se tornam inflamações infectadas. As crianças estão mais expostas aos efeitos da poluição de forma

[1] Fundação Universidade Federal do Rio Grande, michellernobrega@yahoo.com.br
[2] Fundação Universidade Federal do Rio Grande, ocemob@furg.br.
[3] Fundação Universidade Federal do Rio Grande, nkrusche@furg.br

geral, por consumirem, proporcionalmente, mais ar do que os adultos, porque seu sistema imunológico menos desenvolvido e por estarem mais em contato com ambientes externos, onde correm maiores riscos de contaminação por agentes químicos (BRAGA, 2000). Adicionalmente, a concentração de material particulado vem sendo ao longo dos anos associada ao aumento de morbidade em crianças por doenças respiratórias (SALDIVA et al 1994).

A região do estuário da Lagoa dos Patos compõe um ecossistema que tem sido alvo de pesquisas, com abordagens distintas, sobre contaminações atmosféricas, para vários tipos de poluentes. Vanz et al. (2003) verificaram que existe um processo de contaminação, de origem atmosférica, por chumbo na cidade de Rio Grande. Mirlean et al. (2002) analisaram a propagação da poluição atmosférica por flúor, nas águas subterrâneas e solos de localidades próximas às indústrias de fertilizantes em Rio Grande, onde foi constatado que as emissões das fábricas de fertilizantes enriquecem a atmosfera com fluoreto dissolvido na água da chuva. Saraiva e Krusche (2002) realizaram o estudo das condições favoráveis à concentração de poluentes, verificando a ocorrência de variabilidade sazonal meteorológica, constatando que diferentes sistemas de tempo ocorreram durante as concentrações de particulado total em suspensão (PTS) para os anos de 1990, 1994, 1997, 1998 e 1999. Bortolini e Krusche (1998) realizaram um estudo do comportamento das concentrações dos poluentes PTS e SO_2 frente aos parâmetros velocidade do vento e precipitação, onde foi evidenciado que as direções do vento predominantes nos eventos de maior concentração de SO_2 foram sul e sudoeste, devido a localização das fontes emissoras e das estações de monitoramento.

Nóbrega e Krusche (2005) constataram que a população residente nos bairros mais afastados das indústrias relata sintomas de contato com índices elevados de poluição de modo menos intenso que a população que reside nos bairros mais próximos. Na análise das condições atmosféricas para todas as ocorrências de altas concentrações de PTS e ozônio no período em estudo, verificou-se que a pressão e a umidade relativa encontravam-se abaixo das normais climatológicas, a temperatura estava acima da normais climatológicas e ocorreu ausência de precipitação ou inferior a 5 mm, na maioria dos eventos de poluição do ar. A média diária da intensidade da velocidade do vento mais freqüente é inferior a 2,0 m/s. Entretanto, não foi possível definir um padrão de sistema atmosférico atuando na região.

Baumbach e Krusche (2005) utilizaram dados meteorológicos da Reanálise disponibilizados pelo Centro Nacional de Prognóstico Ambiental e o Centro Nacional de Pesquisa Atmosférica, dos Estados Unidos para estudar quinze casos de elevada concentração de PTS em Rio Grande, no ano de 1994. Estes casos foram separados em três grupos de cinco, de acordo com a similaridade da pressão e do escoamento, e, posteriormente, foram construídos os campos médios. A análise dos campos médios dos três grupos mostrou que os eventos estão associados com o estabelecimento da alta pressão, com ventos fracos, baixas temperaturas e umidade específica, características de um anticiclone polar móvel associado à passagem da frente fria. No primeiro grupo, o anticiclone está sobre a região em estudo, enquanto que no segundo grupo o anticiclone está centrado ao sul e, no terceiro caso, ao norte da região.

Portanto, pretende-se analisar os campos meteorológicos de superfície utilizando os dados de reanálise para os dias nos quais foram detectadas concentrações elevadas de PTS e número de internações significativo, em 2002, para identificar se neste ano as condições atmosféricas que propiciam a concentração de poluentes são similares às do ano de 1994. É importante notar, adicionalmente, que o ano de 2002 foi classificado como muito chuvoso por Krusche e Reboita (2005), enquanto 1994 é um ano seco.

MÉTODOS e TÉCNICAS

O município de Rio Grande, região de estudo, compreende uma área de 3.338.35 km^2, com coordenadas 32º 01’ 40’’ S e 52º 05’ 40’’ W, como pode ser observado na figura 1. Localiza-

se na região estuarina da Lagoa dos Patos, RS, com a configuração de uma restinga na planície costeira sul do Estado. Possui clima subtropical úmido (STRAHLER ; STRAHLER, 1996).

Figura 1. Localização da área de estudo, uma representação da região estuarina da Lagoa dos Patos, com a indicação da sede dos municípios de Rio Grande e São José do Norte, incluindo a localização das indústrias e da estações de monitoramento da FEPAM. O número 1 corresponde a estação CEEE, o 2 estação Corsan, o 3 estação Praça Montevideo e o 4 estação Cassino. As industrias de fertilizante estão caracterizadas pelo símbolo circulo, a refinaria por estrela e as industrias de extração e refino de óleo vegetal por triângulo. Fonte: Nóbrega e Krusche, 2005.

Os dados de concentração de PTS foram obtidos em três estações mantidas pela agência estadual de proteção ambiental, Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Roessler (FEPAM), cuja localização pode ser observada na figura 1, junto à localização da refinaria e das indústrias de fertilizantes em funcionamento no ano de 1994. A medição é realizada a cada sete dias durante um período de 24 horas. Os filtros são colocados em torno das 10:00 h (1300 UTC) do dia anterior à medida e retirados na mesma hora do dia seguinte.

Os dados meteorológicos são os dados de Reanálise disponibilizados pelo Centro Nacional de Prognóstico Ambiental e o Centro Nacional de Pesquisa Atmosférica, dos Estados Unidos. Selecionou-se os campos de pressão reduzida ao nível do mar, temperatura, umidade relativa e velocidade do vento na superfície para os dias da ocorrência de maiores concentrações de PTS, às 0000 e 1200 UTC, e para um dia antes, às 1200 UTC, correspondendo aproximadamente ao período do intervalo de medida da estações da FEPAM. A grade de 20^o a 42^o S e de 40^o a 60^o W foi definida, ela contém dez pontos no sentido oeste-leste e nove pontos no sentido sul-norte.

Os dados referentes às internações por doenças respiratórias do Sistema Único de Saúde, no período de 2000 a 2002, foram adquiridos no setor de custos do Hospital Universitário e no setor de arquivos da Associação de Caridade Santa Casa de Misericórdia.

RESULTADOS

Segundo Nóbrega e Krusche (2005), foi constatado, no mês de maio, que os maiores números de internações ocorreram entre os dias de máxima concentração de PTS, 15 de

maio e 27 de maio, e os cincos dias posteriores à mesma. 49% das internações de crianças menores que 5 anos no mês de maio aconteceram entre os dias de ocorrência das máximas concentrações de PTS e os cincos dias subseqüentes. 53% das internações nos bairros mais próximos das indústrias ocorreram entre os dias de máxima concentração e os cinco dias seguintes. No mês de agosto verificou-se que, entre o dia da máxima concentração para o PTS, 12 de agosto, e os cinco dias subseqüentes, ocorreram números mais constantes de internações, gerando conforme se verifica na figura 2, uma tendência ascendente neste período.

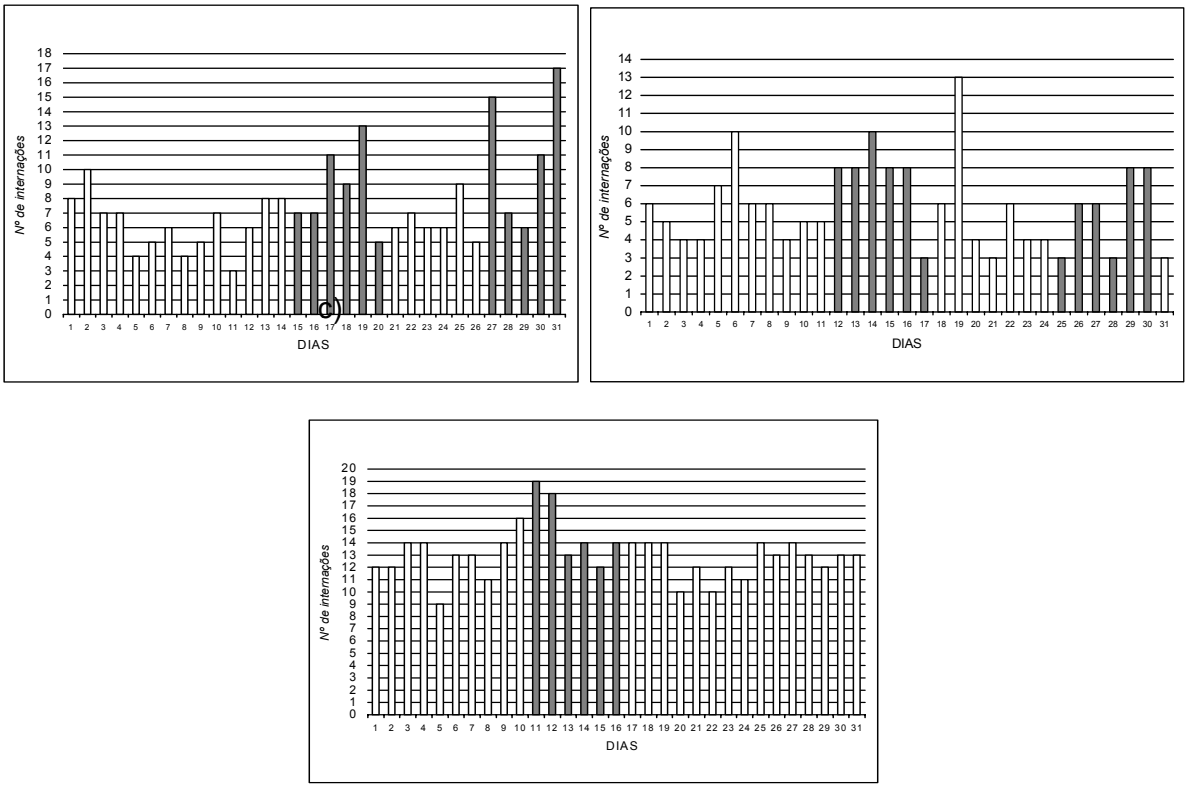


Figura 2. Número de internação por dia para os meses maio, agosto e dezembro, respectivamente a), b) e c), onde cinza claro representa o número de internações por dia e cinza escuro refere-se ao número de internações no dia de máxima ocorrência de PTS e/ou O3. No mês de maio e dezembro, PTS e para o mês de agosto, PTS e O3 .

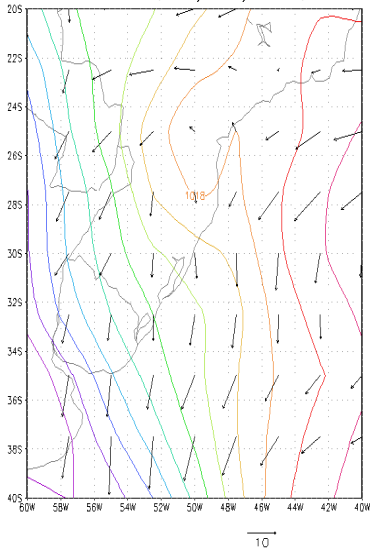
Os campos de pressão e vento, temperatura e umidade relativa para o dia 15 de maio de 2002 são apresentados na figura 3. A análise destes campos permite estimar que sistemas de tempo estava atuante na região e foram realizadas para os cinco casos em estudo. No dia 15 de maio, os campos de baixa pressão e ventos convergentes caracterizam um sistema pré-frontal, o qual é confirmado pelo gradiente de temperatura e alta umidade relativa.

Para os demais eventos, optou-se por apresentar apenas os campos de pressão e vento na figura 4. Os dias 15 e 27 de maio e 25 de agosto de 2002 são caracterizados por um sistema pré-frontal marcado pela baixa pressão e convergência dos ventos. Nestes dias, um centro de alta pressão encontra-se à leste da região, conforme observado por Baumbach e Krusche (2005). O episódio do dia 12 de agosto é todo marcado por um sistema de alta pressão, gerando um anticiclone sobre a cidade de Rio Grande, o que proporciona ventos fracos na região de estudo. Este sistema também se enquadra naqueles observados por Baumbach e Krusche (2005). No dia 11 de dezembro, um centro de alta pressão encontra-se estacionado a sudeste de Rio Grande, enquanto que um sistema de baixa começa a se aproximar da região. Os ventos são ciclônicos moderados.

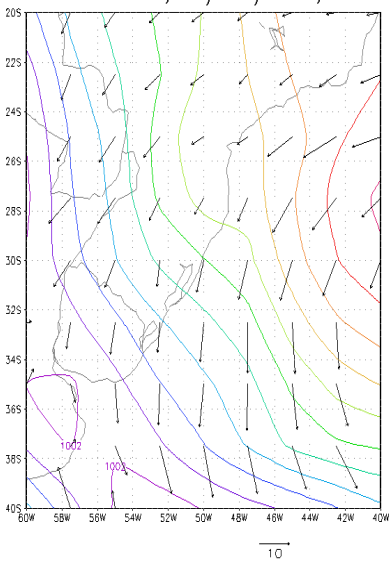
Observou-se, portanto, dois casos que não se enquadram na classificação obtida para o ano de 1994 e que estão associados as sistemas de baixa pressão. O ano de 2002 foi um ano

notadamente muito mais chuvoso e, por conseqüência, com maior ocorrência de sistemas de baixa pressão do que 1994. Esta diferença permitiu identificar como as área de baixa pressão podem favorecer a concentração elevadas de poluentes.

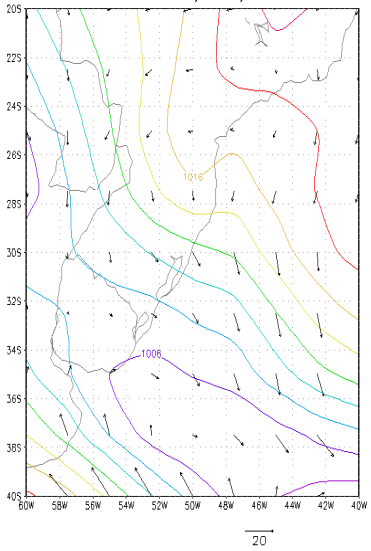
Pressao e Vento, 14/mai/2002, 12 UTC



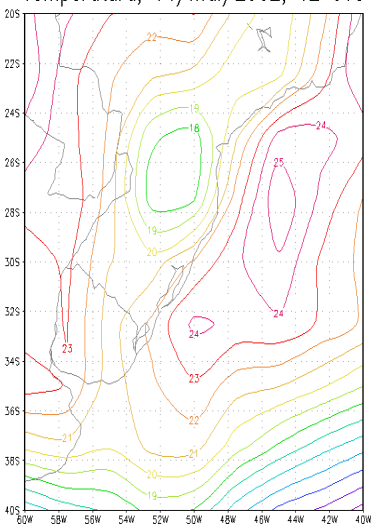
Pressao e Vento, 15/mai/2002, 00 UTC



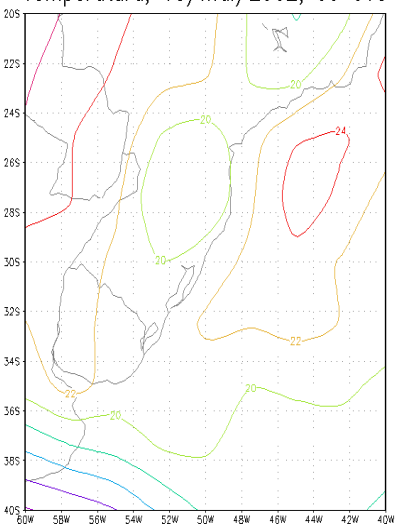
Pressao e Vento, 15/mai/2002, 12 UTC



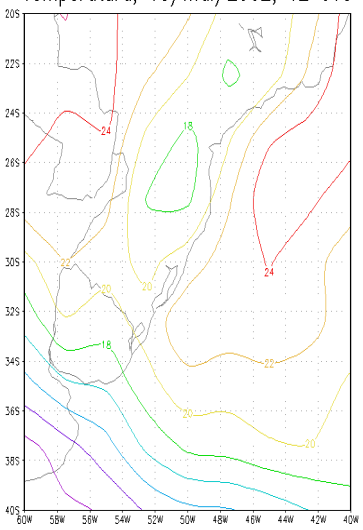
Temperatura, 14/mai/2002, 12 UTC



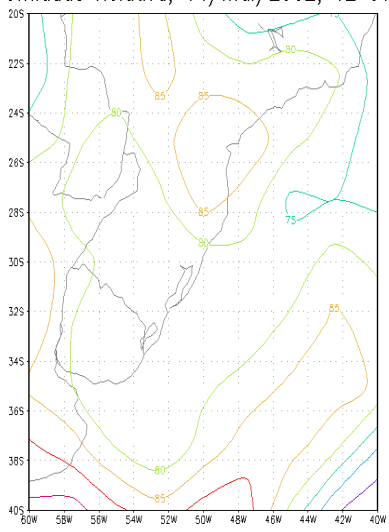
Temperatura, 15/mai/2002, 00 UTC



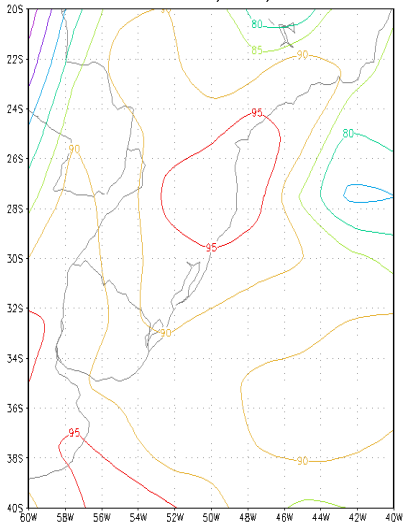
Temperatura, 15/mai/2002, 12 UTC



Umidade Relativa, 14/mai/2002, 12 UTC



Umidade Relativa, 15/mai/2002, 00 UTC



Umidade Relativa, 15/mai/2002, 12 UTC

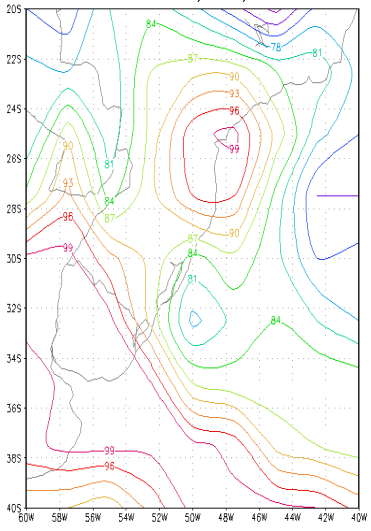


Figura 3. Campos de pressão reduzida ao nível do mar e ventos na superfície (linha superior), temperatura (linha intermediária) e umidade relativa (linha inferior) para o dia 14 de maio às 12 UTC (coluna da esquerda), 15 de maio às 00 UTC (coluna central) e 15 de maio às 12 UTC (coluna da direita).

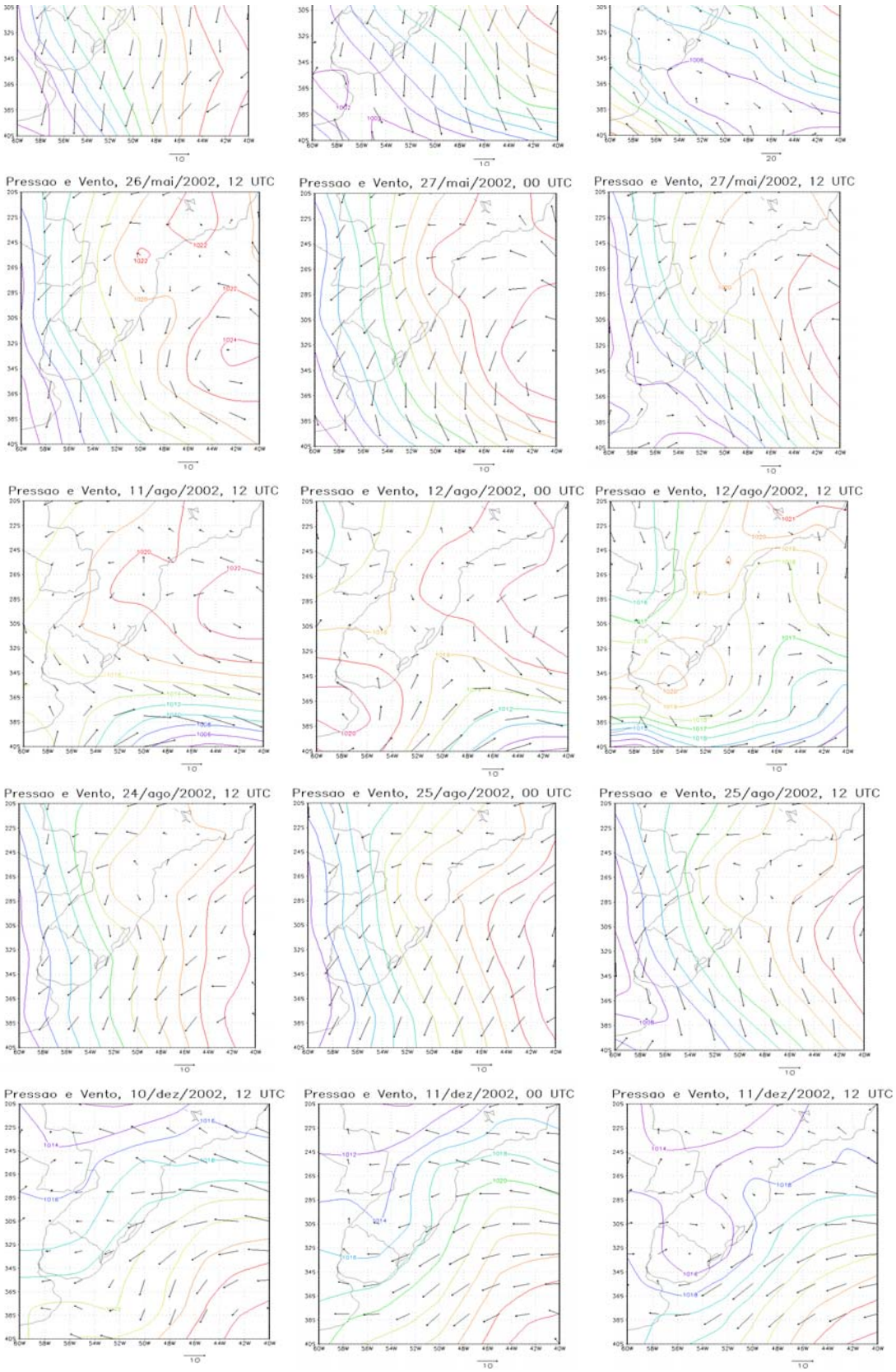


Figura 4. Campos de pressão reduzida ao nível do mar e ventos na superfície para os eventos dos dias 15 de maio (primeira linha), 27 de maio (segunda linha), 12 de agosto (terceira linha), 25 de agosto (quarta linha) e 11 de dezembro (quinta linha) de 2002. A primeira coluna refere-se à um dia antes do evento, às 12 UTC, a segunda ao dia do evento às 00 UTC e a terceira, ao dia do evento às 12 UTC.

AGRADECIMENTOS

As autoras gostariam de agradecer ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Cientifico e Tecnológico que financiou o projeto QUARELP - Diagnóstico Qualitativo da Poluição do Ar na Região Estuarina da Lagoa dos Patos, resultando neste artigo, e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul, por financiamento de bolsa de iniciação científica. Agradecem também ao Centro de Processamento de Dados da Associação de Caridade Santa Casa de Misericórdia, ao Setor de Custos do Hospital Universitário, em especial aos funcionários Marcos e Gilmar, respectivamente, e à Fundação de Proteção Ambiental Henrique Roessler, por terem fornecido os dados necessários à realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

BAUMBACH, M. O. ; KRUSCHE, Nisia . Condições atmosféricas favoráveis a concentração de poluentes em Rio Grande, RS , Brasil, durante o ano de 1994. In: Congresso de Meteorologia, 9, Buenos Aires. **Anais do IX Congresso de Meteorologia**, Buenos Aires, Ar. **submetido** 2005.

BORTOLINI, M. e KRUSCHE, N.. Análise da qualidade do ar em Rio Grande durante o ano de 1997. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 10, Brasília. **Anais do X Congresso Brasileiro de Meteorologia**, Brasília, 1998.

BRAGA, B. *et al.* Introdução à engenharia ambiental. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

KRUSCHE, Nisia; REBOITA, Michelle Simões. Caracterização de um período muito seco pelos quantis das séries pluviométricas de Rio Grande, de 1990 a 2004. In: Congresso Argentino de Meteorologia, 9, Buenos Aires. **Anais do IX Congresso de Meteorologia**, Buenos Aires, Ar. **submetido.** 2005.

KRUSCHE, N., SARAIVA, J. M. B. e REBOITA, M. S. **Normais climatológicas provisórias de 1991 a 2000 para Rio Grande, RS**. Rio Grande, 2002. 84 p.

MIRLEAN, N., CASARTELLI, M. R. e GARCIA, M. R. D.. Propagação da poluição atmosférica por flúor nas águas subterrâneas e solos de regiões próximas às industrias de fertilizantes. **Química nova**, 2002, 25(2), 191-195.

NÓBREGA, M. R. e KRUSCHE, N., Diagnóstico qualitativo da poluição atmosférica em Rio Grande, RS, 2000 a 2002, submetido à **Geosul**, 2005.

NÓBREGA, M. R.., 1997, A poluição atmosférica no município de Rio Grande. Monografia de conclusão do bacharelado em geografia, Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, RS.

SALDIVA, P. H. N., POPE, C. A., SCHWARTZ, J., DOCKERY, D. W., LICHTENFELS, A. J.,SALGE, J. M., BARONE, I., BOHM, G.M.. Air pollution and mortality in elderly People: a time-series study in São Paulo, Brazil. **Arch. Environ. Health**, 1995, 50(2),159-163.

SALDIVA, P. H. N., LICHTENFELS, A. J. F. C., PAIVA, P. S. O., BARONE, I. A., MARTINS, M. A., MASSAD, E., PEREIRA, J. C. R., XAVIER, V. P., SINGER, J. M., BÖHM, G. M. . Association between air pollution and mortality due to respiratory diseases in children in São Paulo, Brazil: a preliminary report. **Environ. Research**, 1994, 65,218-225

SARAIVA, L. B. e KRUSCHE, N., Análise de situações atmosféricas favoráveis à concentração de poluentes em Rio Grande, RS, através de Componentes Principais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 12, Foz do Iguaçu, PR**. Anais do XII Congresso Brasileiro de Meteorologia**. Foz de Iguaçu, PR, 2002. 2077 – 2085.

SARAIVA, L. B. e KRUSCHE, N., Condições atmosféricas favoráveis à concentração de Poluentes em Rio Grande, RS. In: Congresso em Física da Camada Limite Planetária e Modelagem de Processos de Dispersão, 2, Santa Maria. **Resumos do II Congresso em Física da Camada Limite Planetária e Modelagem de Processos de Dispersão**. Santa Maria, RS, 2001, p.14.

SCHWARTZ, J. Air pollution and daily mortality in Birmingham, Alabama. **Am. J. Epidemiol**., 137(10):1136-1147, 1993.

STRAHLER, A. e STRAHLER, A.. **Introducing physical geography**. New York, John Wiley and Sons. 567p, 1996.

VANZ, A., MIRLEAN, N. e BAISCH, P. Avaliação de poluição do ar por chumbo particulado: Uma abordagem geoquímica. **Química nova**, 2003, 26 (1), 25-29.